

**Translation of relevant parts of DE 1 097 693 B**

Method for manufacturing form stable and easily machinable light metal pistons for combustion engines.

Column 1, lines 15 to 35:

Taking into account the high requirements which are imposed for avoiding piston noises also for two-stroke engines having increased temperatures during use, it is necessary to develop piston alloys having a lower coefficient of expansion. This has led to the application of super eutectic Al-Si-alloys having 21 to 26 % Si, because it is possible to lower the coefficient of expansion of the aluminium alloy very considerably by addition of Si. Alloys of the mentioned type can also comprise small additives of Ni, Cu, Co, Mn, and other heavy metals for improving the high temperature strength. The skilled persons also know of these alloys that they have difficulties, if a particular content of Si is exceeded, both as regards casting and machining, because of the one hand the melting point is increased by each percent of Si by 15° C, and the primary Si crystals have a negative effect on the machining steels.

Column 2, lines 27 to 33:

The selection of the elements of the alloy further has to be carried out such that an alloy results which is as heat resistant as possible but still machinable and having a thermal expansion coefficient as low as possible, which can be easily machined, without reducing the Si content to such an extent that the thermal expansion coefficient of the alloy shows disadvantageous effects.

Column 2, line 43 to column 3, line 17:

Using these known aluminium alloys for pistons and cylinders, one now has to pay particular attention that they are not completely annealed ("totgeglüht"), if they are intended to be subject of a machining treatment, what is usually case, as on the machining steels so called compositions edges form, such that achieving a smooth surface is not possible.

The alloys according to the invention, which are composed preferably from 17,1 to 19 % Si, 3 to 6 % Ni, 3 to 6 % Cu with the requirement that Cu and Ni together have 6 to 9 %, 0 to 2 % of one or a plurality of the metals Mn, Fe, Co, Cr, Mg, and Ti, remaining parts aluminium, are, however, brittle in the casting condition.

For making them suitable for the production of pistons and cylinders, accordingly, they have to be completely annealed. The occurrence of the possible disadvantage of a missing suitability for a good machining is avoided by means of a stepwise annealing treatment according to the invention. This leads to a complete annealing and will be carried out for example such that the alloys having the described composition are kept 3 hours at 500° C, subsequently 3 hours at 400° C and further 3 hours at 300° C in the annealing furnace, and subsequently slowly cool down.

**Claim:**

Method for manufacturing form stable and easily machinable light metal pistons for combustion engines made of Al-Si-alloys, wherein the piston blank is subjected to a stepwise heating treatment after casting, characterized in that the blank is made of a known piston alloy having 17,1

to 19 % Si, 3 to 6 % Ni, 3 to 6 % Cu and is completely annealed and slowly cooled down, for example 3 hours at 500 °C, subsequently 3 hours at 400 °C and finally 3 hours at 300 °C.

1

Die Erfindung hat ein Verfahren zum Gegenstand, gemäß dem raumbeständige und spanabhebend gut bearbeitbare Leichtmetallkolben für Brennkraftmaschinen hergestellt werden können.

Zur Erzielung eines einwandfreien Kolbenlaufes und damit eines möglichst geringen Einbauspiels sind verschiedene konstruktive Ausgestaltungen und auch metallkundliche Maßnahmen mannigfacher Art bekannt und bereits angewendet worden. So wird z. B. von dem metallischen Werkstoff, der zur Fertigung der Kolben und Zylinder dient, verlangt, daß der Wärmeausdehnungskoeffizient des Materials für den Zylinder gegenüber dem für den Kolben sich nur sehr wenig unterscheidet.

Mit Rücksicht auf die hohen Anforderungen, die zur Vermeidung der Kolbengräusche auch bei im Betrieb heißer werdenden Zweitaktmotoren gestellt werden, ist es erforderlich, Kolbenlegierungen mit immer niedrigerem Ausdehnungskoeffizienten zu entwickeln.

Diese Bestrebungen haben schließlich zu der Anwendung der übereutektischen Al-Si-Legierungen mit 21 bis 26% Silizium geführt, weil durch den Zusatz von Silizium es möglich ist, den Ausdehnungskoeffizienten der Aluminiumlegierungen sehr stark herabzudrücken. Legierungen der vorgenannten Art können auch noch geringe Zusätze von Nickel, Kupfer, Kobalt, Mangan und anderen Schwermetallen zur Verbesserung der Warmfestigkeit aufweisen. Von diesen Legierungen weiß die Fachwelt auch, daß sie beim Überschreiten eines bestimmten Siliziumgehaltes Schwierigkeiten zeigen, sowohl beim Gießen als auch bei der spanabhebenden Bearbeitung, weil einerseits der Schmelzpunkt mit jedem Prozent Silizium um 15° C heraufgesetzt wird und die primären Siliziumkristalle sich nachteilig auf die Bearbeitungsstähe auswirken.

Seit langem bestand daher in der Praxis die Forderung, Legierungen zu entwickeln, die bei gleich gutem Wärmeausdehnungsverhalten, wie es den bekannten übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen eigen ist, bei geringerem Siliziumgehalt bessere Gießfähigkeit aufzuweisen. Aluminiumlegierungen, die diese Bedingungen erfüllen, sind inzwischen bekannt geworden. Sie bestehen aus mehr als 15% Silizium, beispielsweise 17,1 bis 19%, mehr als 3% Nickel sowie Kupfer, beispielsweise 3 bis 6%, und können außerdem noch andere Metalle, wie Mangan, Eisen und Magnesium, enthalten.

Bei der prozentualen Zusammensetzung dieser Legierungen ist darauf zu achten, daß die die Warmfestigkeit steigernden Bestandteile Kupfer und Nickel zu dem vorhandenen Silizium in einem derartigen Verhältnis stehen, daß die in der Legierung sich bildenden Schwermetallsilizide so angeordnet sind, daß transkristalline Rißbildungen verhindert werden. Die

Verfahren zum Herstellen  
raumbeständiger und spanabhebend  
gut bearbeitbarer Leichtmetallkolben  
für Brennkraftmaschinen

Patentiert für:

Karl Schmidt  
Gesellschaft mit beschränkter Haftung,  
Neckarsulm (Württ.)

Dipl.-Ing. Friedrich Wilhelm Rabenau,  
Neckarsulm (Württ.),  
ist als Erfinder genannt worden

2

Warmfestigkeit nimmt bei steigendem Nickelgehalt linear zu, während sie bei steigendem Kupfergehalt zwar auch eine Steigerung erfährt, die aber anders verläuft.

Die Auswahl der Legierungskomponenten ist ferner so zu treffen, daß eine möglichst warmfeste, aber noch verarbeitbare Legierung mit einem möglichst geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten zustande kommt, die gut verarbeitbar ist, ohne dabei den Siliziumgehalt so weit heruntersetzen, daß der Wärmeausdehnungskoeffizient der Legierung sich nachteilig auswirkt. Indem ein verhältnismäßig hoher Kupfer- und Nickelgehalt vorgesehen wird, gelingt es, die gleiche Wärmeausdehnung wie bei den hochsiliziumhaltigen Legierungen zu garantieren. Die Warmhärte wird noch durch die Anwesenheit des Magnesiums gesteigert. Die Legierungen besitzen schließlich noch, verglichen mit solchen Aluminiumlegierungen, die 21 bis 26% Silizium aufweisen, eine 30 bis 50% höhere Dauerstandfestigkeit in der Wärme.

Bei der Verwendung dieser bisher bekannten Aluminiumlegierungen für Kolben und Zylinder muß nun aber besonders darauf geachtet werden, daß sie nicht totgeglüht werden dürfen, wenn sie einer spangebenden Bearbeitung unterworfen werden sollen, was in der Regel der Fall ist, weil sich auf den Bearbeitungsstähen sogenannte Aufbauschneiden bilden und damit die Erlangung einer glatten Oberfläche ausgeschlossen wird.

Die erfindungsgemäßen Legierungen, welche vorzugsweise aus 17,1 bis 19% Silizium, 3 bis 6% Nickel, 3 bis 6% Kupfer, mit der Maßgabe, daß Kupfer

und Nickel zusammen 6 bis 9% ausmachen. 0 bis 2% insgesamt eines oder mehrere der Metalle Mangan, Eisen, Kobalt, Chrom, Magnesium und Titan, Rest Aluminium bestehen, sind aber im Gußzustand spröde.

Um sie als Werkstoff für die Herstellung von Kolben und Zylinder brauchbar zu machen, müssen sie daher totgeglüht werden. Das Auftreten des in diesem Falle dabei zu befürchtenden Nachteiles der mangelnden Eignung für eine gute spangebende Bearbeitung ist erfindungsgemäß durch eine gestufte Glühbehandlung vermieden. Sie führt zu einem vollständigen Weichglühen und wird z. B. in der Weise vorgenommen, daß die Legierungen mit der vorerwähnten Zusammensetzung 3 Stunden bei 500° C, anschließend 3 Stunden bei 400° C und weiterhin 3 Stunden bei 300° C im Glühofen belassen werden und alsdann langsam zur Abkühlung gelangen.

Es ist zwar bekannt, Kolben aus Legierungen, die nur 13% Silizium, 1% Magnesium, nur 1,5% Kupfer und 0,05% Lithium enthalten, einer Wärmebehandlung zu unterwerfen, um ihre Raumbeständigkeit während des Betriebes zu verbessern. Die Kolben werden dabei einige Stunden zwischen 470 und 530° C geglüht, alsdann unmittelbar auf Temperaturen von etwa 200 bis 240° C abgeschreckt und einige Stunden bei diesen Temperaturen belassen, um sie in beliebiger Weise bis auf Raumtemperatur abzukühlen. Diese gestufte Wärmebehandlung führt lediglich zum Vergüten der Legierungen über eine Lösungsglühung und ein Anlassen und unterscheidet sich grundsätzlich von dem erfindungsgemäßen mehrstufigen Weichglühverfahren.

Die bisher allgemein zur Kolbenfertigung benutzten Aluminiumlegierungen waren nicht frei von Volumenveränderungen im betriebswarmen Zustand und wurden daher einer derartigen Vergütungsbehandlung unterworfen. Unter Berücksichtigung allein dieses Umstandes wäre es somit am günstigsten, wenn

jeder Kolben vor der spangebenden Bearbeitung totgeglüht würde; denn nur in diesem Zustand kann damit gerechnet werden, daß bei nachträglicher Erwärmung des Kolbens bis auf die Glühtemperatur keine gefügemäßig bedingte Volumenveränderung mehr auftritt. Diese Totglühung aber hat den Nachteil, daß eine Härte je nach der Zusammensetzung der Legierung zwischen 60 und 75 kg/mm<sup>2</sup> H<sub>B</sub>, die als Resthärte bezeichnet ist, eine gute spangebende Bearbeitung nicht mehr zuläßt. Es ist weiterhin auch nicht mehr neu, die Totglühung nach der spangebenden Verformung und vor dem Einbau des Kolbens in den Motor vorzunehmen, doch scheidet diese Maßnahme wegen des damit verbundenen Verzuges der mit geringen Maßtoleranzen hergestellten Kolben aus.

Wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgegangen, weist der Rohling nach der Totglühung die für die spangebende Bearbeitung der in Frage kommenden Legierungstypen erforderliche Resthärte von 90 H<sub>B</sub> auf. Dieser Betrag wird nicht unterschritten.

#### PATENTANSPRUCH:

Verfahren zum Herstellen raumbeständiger und gut spanabhebend bearbeitbarer Leichtmetallkolben für Brennkraftmaschinen aus Aluminium-Silizium-Legierungen, wobei der Kolbenrohling nach dem Gießen einer gestuften Wärmebehandlung unterworfen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling aus einer bekannten Kolbenlegierung mit 17,1 bis 19% Silizium, 3 bis 6% Nickel, 3 bis 6% Kupfer hergestellt und vollständig weichgeglüht und langsam abgekühlt wird, beispielsweise 3 Stunden bei 500° C, danach 3 Stunden bei 400° C und abschließend 3 Stunden bei 300° C.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 642 370.